

## RESILIENT DISAIN TROPIS PADA BANGUNAN KAMPUS UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Eddy Prianto\*, Bambang Suyono\*, Septana B.P.,\* M. Sahid Indraswara\*

\*)Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

### Abstract

Perubahan iklim yang sangat ekstrem pada decade ini sudah menjadi permasalahan global dan memberi dampak pada semua sektor kehidupan manusia. Tak terkecuali imbas pada disain arsitektur suatu bangunan hunian ataupun fungsi bangunan lainnya, walau sejak awal telah didisain dengan konsep "design with climate". Dengan memahami dampak parameter iklim terhadap tampilan façade bangunan merupakan salah satu langkah untuk membuktikan seberapa tangguh (resilient) disain arsitektur tropis ini.

Mengamati karakter seluruh bangunan perkuliahan di kampus Universitas Diponegoro yang telah dibangun sejak tahun 1980-an, dengan style arsitektur tropis yang beragam, kami jadikan obyek pengamatan untuk hal tersebut diatas : Sejauh mana resilience disain tropis nya ? dan element-element disain apa sajakah yang patut "dilestarikan" ? Penganalisaan dilakukan terhadap 3 variabel utama (resiliensi, factor iklim dan arsitektur bangunan pada 13 bangunan perkuliahan kampus Undip ditahun 2017 ini. Kondisi ketangguhan yang diharapkan mewakili secara general pada bangunan yang telah berusia lebih dari 25 tahun.

Terdapat dua hasil temuan: Pertama, terdapat 5 (lima) element bangunan tropis yang menjadi "tameng/perisai" factor iklim tropis, yaitu proporsi masa bangunan, atap, dinding, tritisan dan pelubangan dinding (jendela). Kedua : bahwa ketangguhan bangunan merupakan disain bangunan yang tidak hanya mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan terkait factor iklim (panas, hujan, angin dan kelembaban), namun optimalisasi dan aplikasi dan inovasi aspek disain aktif (perangkat elektronik) serta mitigasi dan/atau adaptasi sebagai solusi yang komprehensif dalam menyelesaikan permasalahan bangunan tersebut. "Semakin tangguh suatu disain bangunan adalah keseimbangan antara pengentasan dan pendayagunaan factor iklim"..

**Keywords:** Resiliensi, Iklim Tropis, Bangunan Kampus, Selubung bangunan, Semarang

### Pendahuluan

Dalam pengamatan peneliti, terdapat 2 isu yang melatarbelakangi penelitian ini : Pertama, masalah dampak Perubahan Iklim Global dan Kedua, maraknya perkembangan bangunan dengan konsep Green Building. (Prianto, Windarta and Harianja, 2016) (Prianto, 2007), (Prianto and Depecker, 2003), (Olgay, 1973), (Achyuthan, 2007), (Prianto and Depecker, 2003), (Gallo, Sala and Sayigh, 1988), (Karyono, 2010), (Perini and Magliocco, 2014).

Dampak dari global warming, dengan adanya perubahan iklim yang ekstrim, dalam kurun beberapa decade ini memberi efek pada "percepatan kerusakan" tampilan bangunannya..

Kampus Universitas Diponegoro yang berada di kawasan Tembalang Semarang sudah berdiri sejak tahun 1980-an lebih dari 30 tahun yang lalu. Ragam terapan Arsitektur tropis mewarnai tiap bangunannya. Hal itu dapat dilihat dari bentuk dan material penutup atap, demensi tritisan, pengolahan facadenya hingga pada pilihan bahan material bangunannya.

Mengamati "kebertahanan" dari berbagai keragaman disain di kampus Undip ini dari efek parameter iklim yang ekstrem, merupakan tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini. Element arsitektur tropis yang bagaimana yang dapat merespond dampak-dampak tersebut? Dan karakteristik disain yang bagaimana yang sepatutnya mulai ditinggalkan? Sehingga diharapkan hasil penelitian ini sebagai panduan dalam mendisain bangunan tropis di era perubahan iklim yang ekstrim ini. (Liebard and Andre, 2010), (E. Prianto, 2010)

### Faktor yang Mempengaruhi Resiliensi

Perkembangan resiliensi pada manusia merupakan suatu proses perkembangan manusia yang sehat – suatu proses dinamis dimana terdapat pengaruh dari interaksi antara kepribadian seorang individu dengan lingkungannya dalam hubungan yang timbal balik. Hasilnya ditentukan berdasarkan keseimbangan antara faktor resiko, kejadian dalam hidup yang menekan dan faktor protektif. Selanjutnya, keseimbangan ini tidak hanya ditentukan oleh jumlah dari faktor resiko dan

faktor protektif yang hadir dalam kehidupan seorang individu tetapi juga dari frekuensi, durasi, derajat keburukannya, sejalan dengan kemunculannya demikian yang dituliskan Mandala dalam laporan tesisnya (Zeji, 2013).

### Faktor Risiko dan protektif

Faktor risiko dapat berasal dari kondisi budaya, ekonomi, atau medis yang menempatkan individu dalam risiko kegagalan ketika menghadapi situasi yang sulit. Faktor risiko menggambarkan beberapa pengaruh yang dapat meningkatkan kemungkinan munculnya suatu penyimpangan hingga keadaan yang lebih serius lagi. Trait risiko merupakan predisposisi individu yang meningkatkan kelemahan individu pada hasil negatif. Efek lingkungan, dimana lingkungan atau keadaan dapat

Faktor-faktor protektif merupakan hal-hal potensial yang digunakan sebagai alat untuk merancang pencegahan dan penanggulan berbagai hambatan, persoalan, dan kesulitan dengan cara-cara yang efektif. Dalam diskusi dengan tema resiliensi individual, Maddi dan Khoshaba (2005) mengidentifikasi berbagai kategori dari faktor protektif, yaitu : atribusi disposisional yang dimiliki individu seperti temperamen dan intelegensi, kohesivitas dan kehangatan keluarga, serta keberadaan dan pemanfaatan sistem pendukung eksternal.

Terdapat empat jalur potensial yang digunakan oleh faktor-faktor protektif untuk mengubah efek merugikan dari faktor risiko, yaitu:

- Mereduksi dampak dari faktor risiko ;
- Mereduksi rantai negatif dari sebuah kejadian yang menekan;
- Memelihara dan mengembangkan self-esteem dan self-efficacy; serta
- Membuka diri terhadap kesempatan-kesempatan baru. (Norman, 2000)

Dalam ranah bidang teknik arsitektur dapat diberikan contoh sebagai berikut : dalam mereduksi suasana ketidaknyamanan karena panasnya sinar matahari, maka struktur dinding bangunan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti ketebalan dinding, pelapisan material, pengecatan dan lain sebagainya.

### Konsep Resiko ala Zeji Mandala

Konsep resiko dalam tulisannya Zeji Mandala yang berjudul “Resilient Infrastructure: Konsep dan Strategi Perencanaan Pembangunan Transportasi Berkelanjutan”; Studi Kasus Kota Curitiba, Brazil”, suatu produk tesis Master in Urban and Regional Planning, Universitas Gadjah Mada tahun 2013 (Mandala, 2013), dipaparkan olehnya bahwa Resiko merupakan kondisi “merugikan” dari sebuah

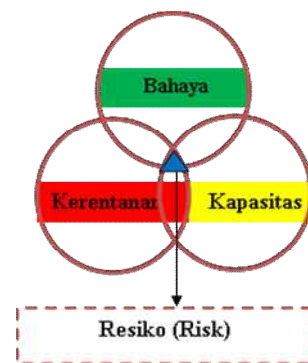
berhubungan atau mendatangkan risiko. Hubungan antar beberapa variabel resiko yang berbeda akan membentuk suatu rantai risiko. Berbagai macam situasi dapat diidentifikasi sebagai faktor risiko, yang muncul baik pada level individual, keluarga, komunitas maupun lingkungan yang lebih luas. Faktor-faktor risiko utama yang banyak disebutkan dalam berbagai literatur antara lain kehilangan pekerjaan, kemiskinan, perceraian, kematian, penyakit kronis dan kemandulan (Glantz and Johnson, 2002).

Dalam ranah bidang teknik arsitektur dapat diberikan contoh sebagai berikut : rasa ketidaknyamanan, kegiatan pemborosan energy, rasa kejenuhan, rasa kebisingan, rasa kesilauan dan sebagainya.

kemunculan (exposure) sampai tekanan (stress) terkait dengan perubahan lingkungan dan sosial karena kurang/tidak adanya kapasitas untuk beradaptasi. Kerentanan (Vulnerability) merupakan “kerugian” yang dapat dinyatakan melalui kerusakan dan kehilangan karena bahaya (hazard) tertentu untuk daerah tertentu dan pada periode tertentu. Berdasarkan perhitungan matematis , resiko adalah produk dari bahaya dan kerentanan.

Bahaya (Hazard) merupakan Kejadian “luar biasa/diluar kebiasaan” yang mampu mengganggu, mengurangi atau menghilangkan kondisi kenyataan yang ada, sehingga mengakibatkan kerugian (lost/cost) pada aspek terkait.

Kapasitas merupakan Performa (ukuran) yang menyatakan kemampuan “atribut tertentu” dari “sebuah kondisi (ruang)” dalam mendukung tercapainya kelangsungan “system” kehidupan (Mandala, 2013)



Gambar 1: Konsep Resiko (Risk) diilustrasikan oleh Mandala (Mandala, 2013)

Dideskripsikannya untuk skala kota, maka suatu kota memiliki tingkat resiko tinggi ketika kota tersebut mengalami permasalahan-permasalahan kota seperti: Kemacetan lalu lintas, Kemiskinan, Bencana alam, Pencemaran lingkungan dan sebagainya. yang

menimbulkan bahaya dan kota tersebut kurang adanya kapasitas dalam beradaptasi untuk menyelesaikan masalah yang menimbulkan kerentanan terhadap masyarakatnya sehingga perlu adanya inovasi untuk menyelesaikan masalah perkotaan tersebut. Bagaimana dengan bangunan terhadap resiko / dampak negatif factor iklim tropis lembab ?

### Arsitektur Tropis Lembab

Bangunan dengan desain arsitektur tropis, memiliki ciri khas atau karakter yang menyesuaikan dengan kondisi iklim tropis, atau dapat juga disebut memiliki “bentuk tropis”, yang mana ada pertimbangan dari berbagai sisi seperti sistem sirkulasi udara, pelobangan dinding/jendela/pintu, orientasi bangunan, serta pilihan material hingga pelapisan selubung bangunan (Prianto, 2007).

### Karakteristik Disain Arsitektur Tropis Lembab •

Menurut Soegijanto (Soegijanto 1998) dan beberapa sumber lainnya (Olgay 1973), (Robert and Gillespie 1995), (Frick and Darmawan 2007), (Lippsmeier 1994), (Prianto, E., et al, 2000), (E. Prianto, 2011) kondisi yang berpengaruh dalam perancangan bangunan pada iklim tropis lembab adalah, yaitu :

- Kenyamanan Thermal (Brager and De Dear 2001), (Prianto and Depecker, 2003), (Perini and Magliocco, 2014). Yaitu usaha mengurangi beban panas dalam ruangan dengan memberikan aliran udara yang cukup dan membawa panas keluar bangunan serta mencegah radiasi panas sinar matahari.
- Aliran Udara melalui Bangunan (Brager and De Dear, 2001), (Chand et al, 1998), (Prianto and Depecker, 2002), (Prianto and Depecker, 2003), (Lippsmier, 1994) . yaitu proses terbentuknya aliran udara karena adanya perbedaan tekanan dan temperatur udara antara ruang luar dan dalam.
- Kesilauan dan Penerangan alami (Robert and Gillespie 1995), (Frick and Darmawan 2007), (Prianto, 2013), (Prianto et al. 2001). Yaitu perlakuan yang tepat terhadap intensitas dan pantulan cahaya matahari daerah tropis.
- Temperatur (Soegijanto, 1998), (Prianto, 2012). (Liebard and Herd. 2010), (Olgay, 1973) Bahwa wilayah khatulistiwa adalah daerah yang paling panas karena menerima radiasi matahari terbanyak. Temperatur maksimum dicapai 1 hingga 2 jam setelah tengah hari karena saat itu radiasi matahari langsung bergabung dengan udara yang sudah panas.
- Presipitasi (Curah Hujan), (Gallo, et al, 1988), (Soegijanto, 1998). Presipitasi berbentuk sebagai hujan, gerimis, hujan es, atau hujan salju.

- Kelembaban Udara (Soegijanto, 1998), (Brager and De Dear, 2001), (Olgay, 1973) Kadar kelembaban udara dapat mengalami fluktuasi yang tinggi dan tergantung pada temperatur udara. Semakin tinggi temperatur semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air.
- Gerakan Udara (Brager and De Dear, 2001), (Olgay, 1973) (Chand et al, 1998), (Prianto and Depecker, 2002), (Prianto, et al, 2001). Gerakan udara terjadi karena perbedaan tekanan/ pemanasan lapisan-lapisan udara yang berbeda-beda. Skalanya gerakan udara berbentuk dari angin sepoi-sepoi hingga angin putting beliung (kekuatan angin 0 sampai 12 /skala Beaufort).
- Orientasi Bangunan (Alain and Herd, 2010), (Karyono, 2010), (Prianto, 2011) . Orientasi bangunan harus sesuai dengan faktor-faktor lain, agar memperoleh keuntungan yang sebanyak-banyaknya dari teknik pemanasan dan penyejukan alami.

### Metoda Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analitis. Yaitu pengumpulan data secara langsung ke lapangan/ in-situ terhadap 13 (tiga belas) gedung-gedung kuliah UNDIP Tembalang. Setelah dilakukan tabulasi kemudian dilakukan pembahasan kritis diantara variable- varibel tersebut.

### Obyek, Alat dan Bahan

Beberapa alat survey dan alat ukur yang digunakan adalah kini sudah serba digital, seperti alat ukur, pengukuran penerangan, camera hingga kompas.



Gambar 2 : Alat-alat yang digunakan



Gambar 3: Peta sebaran obyek pengamatan (atas) dan beberapa contoh obyek pengamatan (bawah)

13 (tiga belas) bangunan gedung perkuliahan di lingkungan kampus Universitas Diponegoro Tembalang Semarang, yang dijadikan obyek adalah seperti

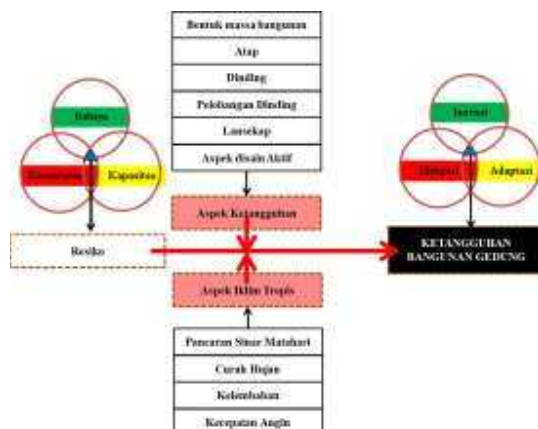
tervualisasi pada peta kawasan undip tembalang pada gambar 3.

### Alur Konstruksi Pemikiran

Pengkajian secara komprehensif antara konsep resiko, aspek ketangguhan bangunan dan aspek iklim tropis, kami jadikan materi untuk menyusun pola pemikiran dan pembahasan dalam penelitian ini. Secara diagramatis dapat dilihat pada gambar 4.

Sedangkan pola pembahasannya, tersusun dari deskriptif analitis respon dari 5 (lima) pertanyaan sebagai berikut :

- Pada bagian bangunan mana yang akan di amati aspek ketangguhan?
- Apa bentuk aspek Adaptasi disainnya dari elemen gedung tersebut ?
- Apa penyebab kerusakan (Aspek Resiko) yang terjadi ?
- Elemet factor iklim apa yang menyebabkan kerusakan bagian tersebut (Faktor Resiko) ?
- Bagaimana sebagianya disain yang harus merespon „akibat cuaca“ tersebut (Aspek Inovasi) ?



Gambar 4 : Ada 4 (empat) pokok bahasan pengamatan ketahanan bangunan dengan mengadopsi pola pemikiran Zeji Mandala (Mandala, 2013)

### Hasil Dan Pembahasan

Kajian aplikasi keberlanjutan disain gedung terhadap aspek iklim Tropis Lembab :

- Kajian tampilan atap : bentuk, bahan dan pilihan warna penutup gedung

Dari 13 bangunan yang dijadikan obyek pengamatan tahun 2017 ini, bentuk atap bangunan kampus undip didominasi bentuk atap berbentuk limasan (63%) dan atap datar 16%, bentuk-bentuk lainnya (21%) berupa gabungan atau bentuk kemiringan lainnya seperti model pelana, model joglo, model datar minimalis dan lain-lainnya (lihat gambar a). Sedangkan bahan material sebanyak 41% berupa

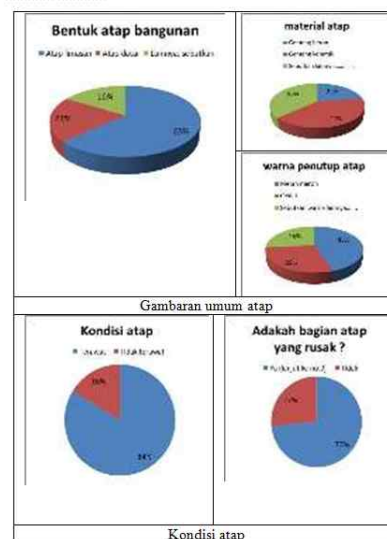
genteng keramik/ genteng berglasur dan 22 % berupa genteng berbahan beton, tentunya sisanya sebesar 37% dapat berupa material beton dari konstruksi atap betonnya (lihat gambar b). Dan aspek pewarnaan atapnya sebesar 45% kampus Undip berwarna merah maron dan 29% berwarna coklat (lihat gambar 6-atas).

Sedangkan factor kerusakan yang ditemukan dilapangan adalah (lihat gambar 6-bawah), bahwa hanya 18% saja atap dalam kondisi tak terawat, karena 73% memang kondisi atap mengalami kerusakan.

Aspek ketangguhan bangunan : pada bagian ini element bangunan yang dikaji terhadap

aspek ketangguhan terhadap factor iklim adalah bentuk atap, bahan material hingga pilihan warna penutup atapnya.

Aspek Adaptasi yang bagaimana pada elemen gedung tersebut : bentuk dominan dari atap (63%) adalah beratap limasan dengan bahan genteng keramik berglasur serta perpenampilan/ perawnaan merah maron



Gambar 5 : Gambaran umum bentuk, material dan warna atap (atas) dan Kondisi actual atap setelah merespond factor iklim (bawah)

Aspek Resiko : 18% karena kurangnya perawatan pada bidang atap, hingga kerusakan pada bidang atap dari seluruh obyek mencapai 73%.

Faktor Resiko : faktor iklim yang „galak“ terhadap keberadaan atap adalah Pancaran sinar matahari dan curah hujan, hanya saja secara insidental factor kecepatan udara yang ekstrim dapat merusak konstruksi atap.

Aspek Inovasi (bagian dari ketahanan bangunan) : Mencermati kerusakan karena sinar matahari, angin dan hujan, maka sebaiknya atap mempertimbangkan orientasi/ arah lintasan sinar matahari ataupun angin dominan iklim mikro lingkungannya.

Ketangguhan bangunan dari aspek pilihan bentuk, bahan dan tampilan atap bangunan yang mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan kompleks factor iklim sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan kerusakan bangunan :

“Ketangguhan element atap suatu bangunan tropis seharusnya bentuk, bahan dan tampilannya mempertimbangkan lintasan matahari dan kecepatan udara serta kualitas dan intensitas curah hujan hingga pada peluang memanfaatkan kembali potensi element iklim”

b. Kajian tampilan dinding : bentuk, bahan dan pilihan warna penutup gedung

84% finishing dinding luar dari 13 bangunan yang dijadikan obyek pengamatan ini adalah memakai pelapisan cat, (8%) melapisi dengan keramik dan sisanya penyelesaiannya lain-lain. Dominasi warna secara berturut-turut adalah Putih (23%), Krem (16%) dan Biru (14%) serta sisanya hampir mencapai 47% menggunakan warna selain itu. Aplikasi pilihan warnanya (lebih dari satu warna dalam setiap bangunan) mencapai 92% artinya hanya 8% yang mengaplikasikan warna tunggal dan itu adalah warna putih.

Sedangkan factor kerusakan yang ditemukan dilapangan dari elemen dinding ini (lihat gambar d,e,f dan g), bahwa mencapai 31% dari seluruh obyek bangunan yang diamati bagian dinding mengalami kerusakan. Bentuk-bentuk kerusakannya : 33% pemudaran warna, 17% pengelupasan pelapis dinding, 16% tampilan bekas air hujan, 10% dinding keropos dan ditumbuhi lumut. Dan kepudaran warna dinding disebabkan : 37% dinding tidak terlindungi tritisan/dinding ekspose, 28% kualitas cat warna jelek.

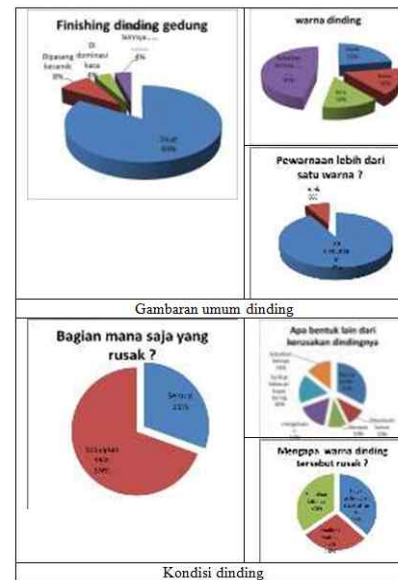
Aspek ketangguhan bangunan : pada bagian ini element bangunan yang dikaji terhadap aspek ketangguhan terhadap factor iklim adalah dinding bangunan, yang pada umumnya berkontruksi batu bata/beton.

Aspek Adaptasi yang bagaimana pada elemen gedung tersebut : perlindungan dari aspek iklim dilakukan dengan pelapisan cat (84%) dan hanya (8%) finishing dinding luar memakai pelapisan keramik.

Aspek Resiko : ragam kerusakan akibat factor iklim adalah 33% pemudaran warna, 17% pengelupasan pelapis dinding, 16% tampilan bekas air hujan, 10% dinding keropos dan ditumbuhi lumut.

Faktor Resiko : faktor iklim yang „galak“ terhadap elemnt dinding ini adalah pancaran sinar matahari dan curah hujan.

Aspek Inovasi (bagian dari ketahanan bangunan) : Mencermati kerusakan dinding didominasi factor karena sinar matahari, hujan/kelembaban, maka sebaiknya pilihan pelapis dinding sangatlah perlu, disamping perlindungan dinding dengan tritisan ataupun keberadaan pohon disekeliling bangunan.



Gambar 6 : Gambaran umum finishing dan warna dinding, (atas) Kondisi kerusakan elemen dinding bangunan setelah merespond factor iklim (bawah)

Ketangguhan bangunan dari aspek pilihan bentuk, bahan dan tampilan dinding bangunan yang mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan kompleks factor iklim sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan kerusakan bangunan : “Ketangguhan pelapis/ finishing dinding bangunan tropis seharusnya bentuk, bahan dan tampilannya mempertimbangkan intensitas terpaan sinar matahari dan curah hujan hingga ketepatan pilihan elemen pelapisan dan pelindung dinding (tritisan) serta element lansekap dapat dioptimalkan”

c. Kajian tampilan tritisan

Pemahaman tritisan adalah kepanjangan dari bagian bawah bidang atap yang fungsinya untuk mengatasi tampias hujan atau penghalang sinar matahari yang masuk dalam bangunan. Bentuk bangunan ini banyak ditemukan di daerah dimana intensitas matahari dan hujannya tinggi. Pada bangunan-bangunan di kampus Universitas Diponegoro, lebih dari 90% bangunannya mempunyai tritisan. Namun hanya 57% saja dari 90% tadi yang menempatkan tritisannya pada keempat sisi dan disetiap ketinggian lantainya, artinya ada sekitar 43% bangunan memiliki tritisan hanya ditempatkan pada bagian-bagian tertentu bangunan



saja. Bangunan yang direncana dengan tritisan ini rata-rata memiliki lebar tritisan lebih dari 1.00m.

Aspek ketangguhan bangunan : Tritisan keberadaannya hampir selalu ditemukan pada bangunan di daerah tropis.

Aspek Adaptasi yang bagaimana pada elemen gedung tersebut : Sejalan dengan perkembangan dalam dunia konstruksi dan kreatifitas rancangan, maka bentuk dan peranpun juga beevolusi, bahkan beberapa bangunan kinipun telah menghilangkan keberadaan dari tritisan ini. Konstruksi tritisan biasanya menyesuaikan dengan konstruksi dan material dari atap bangunan utamanya, bisa berbentuk miring hingga datar, bisa bermaterial genteng hingga beton bahkan plastik.



Gambar 7 : Gambaran umum keberadaan tritisan /perletakan dan dimensi tritisan.

Aspek Resiko : Kerusakan kerusakan yang banyak ditemui pada tritisan ini biasanya kurangnya perawatan, seperti lapuk, tampilan warna pudar bahkan ambrol karena ada beban tambahan (biasanya untuk penempatan mesin outdoor AC)

Faktor Resiko : Sesuai dengan fungsinya, maka factor iklim yang terkait dengan keberadaan tritisan adalah pancaran sinar matahari dan curah hujan.

Faktor Resiko : penyebab kerusakan tersebut biasanya disebabkan oleh panas dan hujan

Aspek Inovasi (bagian dari ketahanan silih berganti. bangunan) : Disain-disain inovatif dari tritisan

Aspek Inovasi (bagian dari ketahanan biasanya menyesuaikan dari model utama bangunan) : Bentuk jendela yang tepat tampilan bangunannya, artisnya bentuknya haruslah didasari oleh fungsinya, hingga bisa

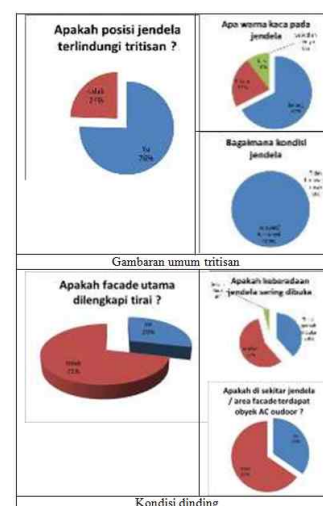
bersudut/miring bahkan mungkin datar mencapai 71% jendela tidak dilengkapi tirai dari konstruksi beton.

Ketangguhan bangunan dari aspek pilihan bentuk, bahan dan tampilan tritisan bangunan yang mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan kompleks factor iklim sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan kerusakan bangunan : “Ketangguhan element tritisan suatu bangunan tropis seharusnya bentuk, bahan dan tampilannya seharusnya berawal dari pertanyaan : perlukan keberadaan tritisan ini ?”

d. Kajian keberadaan dan fungsi jendela pada gedung bertingkat

Biasanya keberadaan tritisan disebabkan ada pelobangan dinding yang dilindunginya, yaitu suatu jendela. Di bangunan-bangunan kampus Undip ini ternyata tidak semua jendela dilindungi tritisan, yaitu hanya 76%. Sedangkan keberadaan jendela yang ada 67% berkaca bening dan 33% berkaca berwarna serta 71% tidak dilengkapi tirai.

Kondisi fisik tampilan dari jendela ini, data menunjukkan 100% terawat dengan baik dan mencapai 57% posisi jendela sesekali dibuka, 39% tidak pernah dibuka sama sekali dan hanya 4% saja yang posisinya selalu dibuka. Dan dalam perkembangannya/ tuntutan kenyamanan thermal pelaku bangunan ini, ternyata 35% bangunan kini terlihat adanya pemasangan AC. karena keberadaannya memang membutuhkan pencahayaan alami masuk dalam ruangan. Namun blamana fungsinya untuk mengatasi /mengalau sinar matahari, maka factor panas menjadi pertimbangan pilihan materialnya dan jendela dilengkapi dengan tirai atau pilihan material kaca yang tidak bening. Dan keberadaan tritisan menjadi pola dari arsitektur daerah tropis.



Gambar 8 : (atas a-b-c) Gambaran umum posisi, warna kaca dan keadaan jendela, (bawah d-e-f) Keadaan atau kondisi jendela dalam merespond factor iklim

Aspek Resiko : Kerusakan pada jendela biasanya tidak berfungsinya jendela (tidak bisa dibuka/tutup), rusak karena umur dan pilihan material yang rentan terhadap cuaca.

Ketangguhan bangunan dari aspek pilihan bentuk, bahan dan tampilan jendela suatu bangunan yang mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan kompleks factor iklim sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan kerusakan bangunan : “Ketangguhan element jendela suatu bangunan tropis seharusnya dipertimbangkan dari awal disain, apakah gedung ini didisain memang untuk terkondisikan pendinginan buatan (dipasang AC). Namun demikian porsi pemanfaatan udara alami dan penerangan buatan yang melintas jendela harusnya tetap menjadi pertimbangan disain bangunan didaerah iklim tropis”.

### Kesimpulan

- Ketangguhan bangunan kampus Undip yang dibangun diawal tahun 1980an (lebih dari 30 tahun yang lalu) dirancang dengan atap miring, pemakaian bahan penutup atap dari genteng tanah liat/beton dan berkonsep optimalisasi udara alami yang memang sejuk, masih dapat ditemukan di beberapa bangunan.
- Kebertahanan disain bangunan kampus Universitas Diponegoro secara prinsip ditemukan pada element selubung bangunan. Selubung bangunan ini terdiri dari keberadaan, bentuk, konstruksi dari elemen Atap, elemen Tritisan, elemen Dinding dan elemen Jendela.
- Ketangguhan bangunan merupakan disain bangunan yang tidak hanya mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan terkait factor iklim (panas, hujan, angin dan kelembaban), namun optimalisasi dan aplikasi dan inovasi aspek disain aktif (perangkat elektronik) serta mitigasi dan/atau adaptasi sebagai solusi yang komprehensif dalam menyelesaikan permasalahan bangunan tersebut. “Semakin tangguh suatu disain bangunan adalah keseimbangan antara pengentasan dan pendayagunaan factor iklim”.

### Ucapan Terimakasih

Makalah ini merupakan hasil skim Penelitian Dasar yang dikoordinir Departement Arsitektur Fakultas Teknik (DAFT) dengan dana DIPA Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tahun 2017 dengan judul RESILIENT DISAIN TROPIS PADA BANGUNAN KAMPUS UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG. Kegiatan ini telah tertuang dalam SK Dekan FT Undip No.170/SK/UN7.3.3/V/2017

tertanggal 15 mei 2017. Untuk itu kami ucapkan terimakasih pada semua yang telah membantu dan memfasilitasi semuanya sehingga terselesaikan penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Achyuthan A, Balagopal TSP. 2007, Green architecture – traditional and modern, institution of engineers (India). Journal of Architectural Engineering 2007: 2- 5.
- Alain, Liebard, and Andre de Herd. 2010, Bioclimatic Facades, London: Somfy. Brager, GS, and R De Dear. 2001, Climate, Comfort & Natural Ventilation : A new Adaptive comfort standard for ASHRAE Standard 55." Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century. Windsor UK: Loughborough University, -.
- Frick, Heinz, and Antonius Darmawan. 2007. Ilmu Fisika Bangunan. Jogjakarta: Kanisius,
- Gallo, C, M Sala, and A.M.M Sayigh. 1988. Architecture, Comfort and Energy. Great Britain - UK: Pergamon.
- Glantz, M, and J Johnson. 2002. Resilience and development positive life adaptation. USA: Kluwer Academic Publisher,
- I Chand, PK Bhargava, LNV Krishak, 1998, Effect of Balconies on Ventilation Inducing Aeromative Force on Low-rise Buildings. Building and Environment, 385-396.
- Karyono, Tri Harso, 2010. Green Arsitektur- Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia. Jakarta: Rajawali Pers,
- Katia Perini, Adriano Magliocco. 2014, Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. Urban Forestry & Urban Greening Vol. 13 , 495–506.
- Lippsmeier, Georg. 1994. Bangunan Tropis. Jakarta: Erlangga,
- Maddi, S, and D Khoshaba. 2005. Resilience at work: How to succeed no matter what life throws at you. USA: American Management Association,
- Mandala, Zeji. 2013. Resilient Infrastructure: Konsep dan Strategi Perencanaan Pembangunan Transportasi Berkelanjutan - Studi Kasus Kota Curitiba, Brazil. Master in Urban and Regional Planning, Jogyakarta: Universitas Gadjah Mada,
- Norman, E. 2000. Resiliency enhancement: Putting the strength perspective into social work practice. New York: Columbia University Press,
- Olgay, Victor. 1973, Design with Climate - Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. New Jersey - USA: Princeton University Press.

- Prianto, E., Houpert, S., Depecker, P., & Peneau, J.- P.  
2001. Cointribution of Numerical Simulation  
with SOLENE to find out the Traditional Type  
Cayenne - Guyana France. International Journal  
on Architecture Science , 156-175.
- Prianto, Eddy and Depecker, Patrick, 2003:  
Contribution of N3S Numerical Simulation in  
Investigating the influence of Internal  
Devision Design on Indoor Air Speed.  
International Journal on Architecture Science,  
114-122.